

51

Int. Cl.:

H 01 p, 1/20

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 21 g, 34

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2 161 792

Aktenzeichen: P 21 61 792.5

Anmeldetag: 13. Dezember 1971

Offenlegungstag: 14. Juni 1973

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Filter für sehr kurze elektromagnetische Wellen

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

Vertreter gem. § 16 PatG. —

12

Als Erfinder benannt: Pfitzenmaier, Gerhard, Dipl.-Ing., 8000 München

DT 2 161 792

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

München, den 13. DEZ 1971  
Wittelsbacherplatz 2  
VPA 71/6719

2161792

Filter für sehr kurze elektromagnetische Wellen

Die Erfindung betrifft ein Filter für sehr kurze elektromagnetische Wellen mit mehreren miteinander gekoppelten, in übereinanderliegenden Zeilen angeordneten Resonatoren, von denen jeweils der erste und letzte Resonator mit Anschlußleitungen für die Zuführung bzw. die Abnahme der elektromagnetischen Energie versehen ist, und bei dem zwischen wenigstens zwei in der elektrischen Wirkungsweise nicht unmittelbar aufeinanderfolgenden Resonatoren eine zusätzliche Kopplung vorgesehen ist und die einzelnen Resonatoren derart angeordnet sind, daß in ihrer elektrischen Wirkungsweise aufeinanderfolgende Resonatoren eine gemeinsame Trennwand haben.

Filter der Mikrowellentechnik werden bekanntlich aus mehreren, miteinander gekoppelten Mikrowellenresonatoren aufgebaut, deren Kopplung entweder kapazitiv oder induktiv erfolgen kann. Die Resonatoren selbst können dabei beispielsweise als sogenannte Koaxialleitungsresonatoren oder aus Hohlleiterresonatoren bestehen. Entgegen den mit konzentrierten Schaltelementen aufgebauten Filtern läßt sich aufgrund der geometrisch fest vorgegebenen Konfiguration der Resonatoren nicht jede in konzentrierter Technik realisierbare Schaltung ohne weiteres auf das Frequenzgebiet der Mikrowellen übertragen. Diese Schwierigkeit wird insbesondere dann als störend empfunden, wenn es darauf ankommt, in der Dämpfungscharakteristik des Filters sogenannte Dämpfungspole, d.h. also Unendlichkeitsstellen der Dämpfung, zu erzeugen. Um diese Schwierigkeit wenigstens teilweise zu beheben, ist es durch die USA-Patentschrift 2 749 523 bereits bekannt geworden, bei einem Mikrowellenfilter einander in der elektrischen Wirkungs-

VPA 9/647/1021 Hka/Bri

- 2 -

309824/0718

weise nicht unmittelbar aufeinanderfolgende Resonatoren zusätzlich miteinander zu verkoppeln. Abgesehen davon, daß nach dieser bekannten Anordnung nur Resonatoren bestimmter unterschiedlicher Gruppen miteinander gekoppelt werden können, tritt dort noch die Schwierigkeit auf, daß die zusätzliche Kopplung von nicht miteinander benachbarten Resonatoren über Leitungselemente erfolgt; bei denen zum einen auf die spezielle Bemessung der Länge geachtet werden muß und bei denen zum anderen ein zusätzlicher Raumverbrauch deshalb auftritt, weil diese Leitungen außerhalb der Filterresonatoren angeordnet sind.

Durch die deutschen Offenlegungsschriften 1 942 867 und 1 942 909 ist es in diesem Zusammenhang weiterhin bereits bekannt geworden, die Resonatoren eines mehrkreisigen Mikrowellenfilters in übereinanderliegenden Zeilen konstruktiv derart anzuordnen, daß zur Einführung der der Polerzeugung dienenden zusätzlichen Kopplungen auf die Verwendung von außerhalb des Filters geführten Leitungsabschnitten verzichtet werden kann. Dabei werden die einzelnen Resonatoren so angeordnet, daß die elektromagnetische Energie über die die Filterbandbreite bestimmenden Kopplungen entweder die in den Zeilen angeordneten Resonatoren nacheinander oder in unterschiedlichen Zeilen liegenden Resonatoren mäanderförmig durchläuft. Wie sich dabei zeigt, wären die Anforderungen für die Steilheit der Dämpfungsflanken in Bezug auf die vorgegebene Bandbreite mitunter bereits mit einer geringeren Anzahl von Resonatoren zu erfüllen; jedoch würde das bloße Weglassen eines oder mehrerer Resonatoren gleichzeitig den Verzicht auf wenigstens eine Polstelle im Dämpfungsverhalten oder den Verzicht auf ein Polquadrupel bei komplexen Frequenzen, d.h. also den Verzicht auf die Laufzeitbeeinflussung im Durchlaßbereich des Filters bedeuten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den vorstehend

geschilderten Schwierigkeiten nach Möglichkeit abzuhelpen und den Aufbau von Mikrowellenfiltern anzugeben, die einerseits eine möglichst geringe Anzahl von Resonatoren haben und gleichzeitig eine möglichst große Anzahl von Polstellen im Übertragungsverhalten des Filters zu realisieren gestatten.

Ausgehend von einem Filter für sehr kurze elektromagnetische Wellen mit mehreren miteinander gekoppelten, in übereinanderliegenden Zeilen angeordneten Resonatoren, von denen jeweils der erste und letzte Resonator mit Anschlußleitungen für die Zuführung bzw. die Abnahme der elektromagnetischen Energie versehen ist, und bei dem zwischen wenigstens zwei in der elektrischen Wirkungsweise nicht unmittelbar aufeinanderfolgenden Resonatoren eine zusätzliche Kopplung vorgesehen ist und die einzelnen Resonatoren derart angeordnet sind, daß in ihrer elektrischen Wirkungsweise aufeinanderfolgende Resonatoren eine gemeinsame Trennwand haben, wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß wenigstens ein Teil der Resonatoren in wenigstens drei übereinanderliegenden Zeilen in Form von Viererblöcken derart angeordnet ist, daß der in der elektrischen Wirkungsweise letzte Resonator eines Viererblocks mit dem ersten Resonator des darauffolgenden Viererblocks zusammenfällt.

Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen noch näher erläutert.

Es zeigen in der Zeichnung:

Fig.1 schematisch den Aufbau eines erfindungsgemäßen Filters unter Verwendung von Koaxialleitungsresonatoren;

Fig.2 eine Draufsicht entlang der Schnittlinie A, A'

von Fig.1;

Fig.3 das zum Filter nach Fig.1 gehörende elektrische Ersatzschaltbild;

Fig.4 schematisch die Zusammenfassung und konstruktive Anordnung der einzelnen Resonatoren;

Fig.5 ein Ausführungsbeispiel mit zumindest teilweise versetzten Innenleitern;

Fig.6 eine weitere Möglichkeit zur Ausgestaltung eines Mikrowellenfilters;

Fig.7 das zum Filter nach Fig.6 gehörende elektrische Ersatzschaltbild.

Im Ausführungsbeispiel der Fig.1 und 2 ist ein aus dreizehn Resonatoren 1 bis 13 bestehendes Filter dargestellt, bei dem die einzelnen Resonatoren als Koaxialleitungsresonatoren ausgebildet sind. Die Außenleiter der Resonatoren haben quadratischen Querschnitt und es erfolgt die die Bandbreite bestimmende Kopplung über Koppelöffnungen 15, die in den den einzelnen Resonatoren gemeinsamen Trennwänden vorgesehen sind. Ein- und Ausgang des Filters sind mit den Bezugsziffern 16 und 17 bezeichnet und es kann beispielsweise der Anschluß in der in der Zeichnung dargestellten Weise erfolgen, derart nämlich, daß der Innenleiter einer zu- bzw. abführenden Koaxialleitung unmittelbar mit dem Innenleiter des ersten Resonators 1 bzw. des letzten Resonators 13 verbunden ist. Wie aus der Fig.2 zu ersehen, sind zur Abstimmung auf eine geeignete Resonanzfrequenz den Innenleitern der einzelnen Resonatoren kapazitiv wirkende Abstimmungsschrauben 20 zugeordnet. Zur Erzeugung von Dämpfungsstellen in der Übertragungscharakteristik des Filters bzw. zur Beeinflussung der Lauf-

VPA 9/647/1021

- 5 -

309824/0718

zeit werden zusätzliche Kopplungen eingeführt, die einander in der elektrischen Wirkungsweise nicht unmittelbar aufeinanderfolgende Resonatoren miteinander verkoppeln. Die Berechnung solcher Filter kann beispielsweise nach der Arbeit "Dimensionierung reflexionsfaktor- und laufzeitgeebneter versteilter Filter mit Überbrückungen" ("Frequenz", 24, 1970, 10, Seiten 307 bis 312) erfolgen. Die zusätzlichen Überkopplungen sind im Ausführungsbeispiel als kapazitiv wirkende Stiftkopplungen  $c_{1,4}$  bzw.  $c_{4,7}$  zwischen den Resonatoren 1 und 4 bzw. 4 und 7 und als induktiv wirkende Loch- bzw. Schlitzkopplungen  $l_{7,10}$  bzw.  $l_{10,13}$  zwischen den Resonatoren 7 und 10 bzw. 10 und 13 ausgebildet. Bei der kapazitiven Stiftkopplung wird dabei in an sich bekannter Weise ein beidseitig mit Tellern versehener Kopplungsstift in die den zusätzlich zu koppelnden Resonatoren gemeinsame Trennwand über eine isolierende Stütze befestigt, wobei die Größe der Kapazität im wesentlichen abhängt vom Abstand zwischen Teller und Innenleiter, während bei den induktiv wirkenden Kopplungen die Induktivität im wesentlichen von der Größe der Koppelöffnung abhängt.

Das elektrische Ersatzschaltbild ist in Fig.3 dargestellt und läßt die in Form von konzentrierten Schaltelementen dargestellten Resonatoren 1 bis 13 erkennen. Da die Kopplung von Resonator zu Resonator über eine Loch- bzw. Schlitzkopplung erfolgt, äußert sich dies im Ersatzschaltbild als Koppelinduktivität. Die zusätzlichen Kopplungen zwischen den Resonatoren 1 und 4 bzw. 4 und 7 stellt sich wegen der Verwendung kapazitiver Stifte als ein Koppelkondensator  $c_{1,4}$  bzw.  $c_{4,7}$  dar. Die zusätzliche induktive Kopplung zwischen den Resonatoren 7 und 10 bzw. 10 und 13 wird im Ersatzschaltbild durch die Koppelspulen  $l_{7,10}$  bzw.  $l_{10,13}$  nachgebildet.

Der grundsätzliche konstruktive Aufbau läßt sich Fig.4

entnehmen. Es sind nämlich die einzelnen Resonatoren in drei übereinanderliegenden Zeilen angeordnet und jeweils zu Viererblöcken I, II, III und IV zusammengefaßt. Der letzte Resonator eines Viererblocks bildet dabei gleichzeitig den ersten Resonator des darauffolgenden Viererblocks, so daß also der Resonator 4 den letzten Resonator des ausgezogen gezeichneten Viererblocks I und gleichzeitig den ersten Resonator des gestrichelt gezeichneten Viererblocks II bildet. Entsprechendes gilt für den Resonator 7 hinsichtlich des Viererblocks II und des strichpunktiert gezeichneten Viererblocks III und für den Resonator 10 hinsichtlich des Viererblocks III und des wieder ausgezogen gezeichneten Viererblocks IV. In Fig.4 ist die zusätzliche Überkopplung zwischen den in der mittleren Zeile liegenden Resonatoren durch ein Kreuz kenntlich gemacht und es kann das dort dargestellte Anordnungsprinzip selbstverständlich auf eine an sich beliebige Anzahl von Filterresonatoren erweitert werden.

Wenn sich bei der Dimensionierung des Filters eine verhältnismäßig starke zusätzliche kapazitive Kopplung ergibt, dann ist es erforderlich, die Koppelkapazitäten  $c_{1,4}$  bzw.  $c_{4,7}$  verhältnismäßig eng an die Innenleiter der zugehörigen Resonatoren 1 und 4 bzw. 4 und 7 heranzuführen, wodurch sich wiederum eine, gegenüber der Betriebswellenlänge verhältnismäßig lange Leitung zwischen den Koppelkapazitäten ergibt, was unter Umständen einen nachteiligen Einfluß auf die elektrischen Eigenschaften des Filters ausüben kann. Zur Vermeidung dieses Einflusses können gemäß Fig.5 die Innenleiter 1a, 4a und 7a der Resonatoren 1, 4 und 7 exzentrisch in Richtung zu den diesen Resonatoren gemeinsamen Trennwänden 21 bzw. 22 versetzt werden, wodurch bei gleich großer kapazitiver Kopplung eine verhältnismäßig geringe Länge des Koppelstiftes erzielt wird. Das in Fig.5 nur schematisch dargestellte Ausführungsbeispiel besteht dabei aus nur sieben Resonatoren, die eben-

falls in drei übereinanderliegenden Zeilen angeordnet sind und jeweils zu den Viererblöcken mit den Resonatoren 1, 2, 3, 4 bzw. 4, 5, 6, 7 zusammengefaßt sind. Im übrigen haben die im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 4 bereits gegebenen Erläuterungen analog Gültigkeit.

Fig. 6 läßt eine weitere Möglichkeit zum Aufbau eines Filters erkennen. Es sind dabei die Resonatoren 1 bis 7 in der bereits geschilderten Weise angeordnet, während die Resonatoren 8' bis 12' derart angeordnet sind, daß sie nur in zwei übereinanderliegenden Zeilen liegen und die diesen Resonatoren zugeführte elektromagnetische Energie nacheinander die Resonatoren 8' und 9' der ersten Zeile und 10', 11' und 12' der zweiten Zeile durchläuft. Zudem ist zwischen den in unterschiedlichen Zeilen liegenden Resonatoren eine zusätzliche Kopplung, beispielsweise in Form einer Lochkopplung, vorgesehen. Im zugehörigen elektrischen Ersatzschaltbild der Fig. 7 sind wiederum die Resonanzkreise 1 bis 7 bzw. 8' bis 12' zu erkennen, die über induktive Kopplungen miteinander gekoppelt sind. Zusätzlich sind die Resonatoren 1 und 4 bzw. 4 und 7 über die Koppelkapazitäten  $c_{1,4}$  bzw.  $c_{4,7}$  gekoppelt. Weitere Zusatzkopplungen liegen zwischen den Resonatoren 7 und 12' bzw. 8' und 11', die sich im Ersatzschaltbild als die Koppelinduktivitäten  $l_{8',11'}$  bzw.  $l_{7,12'}$  darstellen. Durch diese Anordnung kann also in einem bereits übergekoppelten Abschnitt eine weitere Überkopplung eingeführt werden.

Wie bereits erwähnt, lassen sich mit dem beschriebenen Filteraufbau bei einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Resonatoren eine verhältnismäßig große Anzahl von Zusatzkopplungen realisieren, wodurch gleichzeitig die Erzeugung von Dämpfungspolen, d.h. von Polstellen bei reellen Frequenzen, und die Beeinflussung der Laufzeit, d.h. also die Erzeugung von Polstellen bei komplexen Frequenzen, möglich wird. Auf diese Weise lassen sich bei einem möglichst



geringen Raumverbrauch reflexionsfaktor- und laufzeitge-  
ebene verstellerte Filter im Mikrowellenbereich auch dann  
realisieren, wenn die Filterresonatoren nicht bloß als  
Koaxialleitungs- oder als Hohlleitungsresonatoren ausge-  
bildet sind, sondern es können die Resonatoren auch in  
der Form der an sich bekannten Kammleitungs- oder Inter-  
digitalfilterstrukturen ausgebildet sein.

4 Patentansprüche

7 Figuren

P a t e n t a n s p r ü c h e

- 1.) Filter für sehr kurze elektromagnetische Wellen mit mehreren miteinander gekoppelten, in übereinanderliegenden Zeilen angeordneten Resonatoren, von denen jeweils der erste und letzte Resonator mit Anschlußleitungen für die Zuführung bzw. die Abnahme der elektromagnetischen Energie versehen ist, und bei dem zwischen wenigstens zwei in der elektrischen Wirkungsweise nicht unmittelbar aufeinanderfolgenden Resonatoren eine zusätzliche Kopplung vorgesehen ist und die einzelnen Resonatoren derart angeordnet sind, daß in ihrer elektrischen Wirkungsweise aufeinanderfolgende Resonatoren eine gemeinsame Trennwand haben, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß wenigstens ein Teil der Resonatoren (z.B. 1 bis 7) in wenigstens drei übereinanderliegenden Zeilen in Form von Viererblöcken (z.B. I,II) derart angeordnet ist, daß der in der elektrischen Wirkungsweise letzte Resonator (4) eines Viererblocks (I) mit dem ersten Resonator (4) des darauffolgenden Viererblocks (II) zusammenfällt.
2. Filter nach Anspruch 1 unter Verwendung von Koaxialleitungsresonatoren, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Innenleiter (1a,4a,7a) der zusätzlich miteinander gekoppelten Resonatoren (1,4,7) exzentrisch angeordnet und in Richtung zu der ihnen gemeinsamen Trennwand (21 bzw. 22) versetzt sind.
3. Filter nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß weitere Filterresonatoren (8',9',10',11',12') in wenigstens zwei übereinanderliegenden Zeilen derart angeordnet sind, daß die diesen Resonatoren zugeführte elektromagnetische Energie nacheinander die Resonatoren der ersten und zweiten Zeile durchläuft, und daß zwischen in unterschiedlichen

Zeilen liegenden Resonatoren eine weitere zusätzliche  
Kopplung (z.B.  $l_8', l_{11}'$ ) vorgesehen ist..

4. Filter nach Anspruch 1 oder 3, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Resonatoren (1 bis 13)  
in Form einer Kammleitungs- oder Interdigitalfilter-  
struktur ausgebildet sind.

4  
Leerseite

Fig. 1

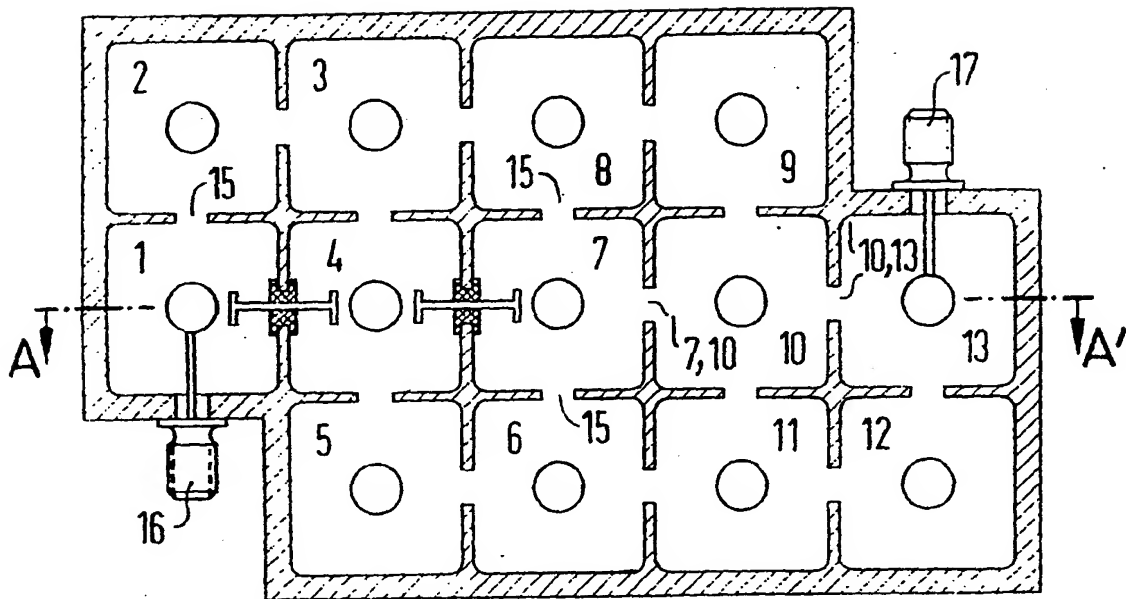


Fig. 2 (A-A')

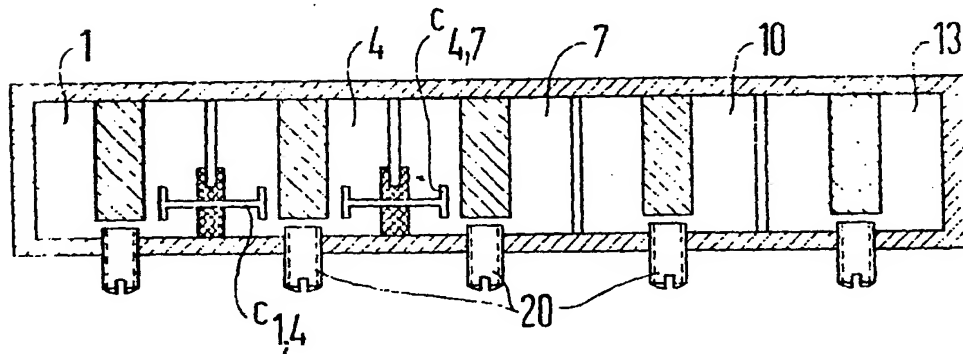
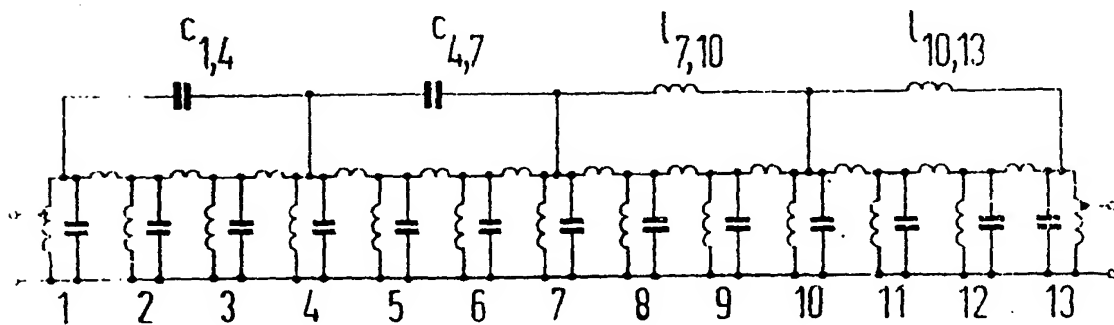


Fig. 3



21 R 34 AT: 13.12.71 OT: 14.06.73

309824/0718

Fig. 4

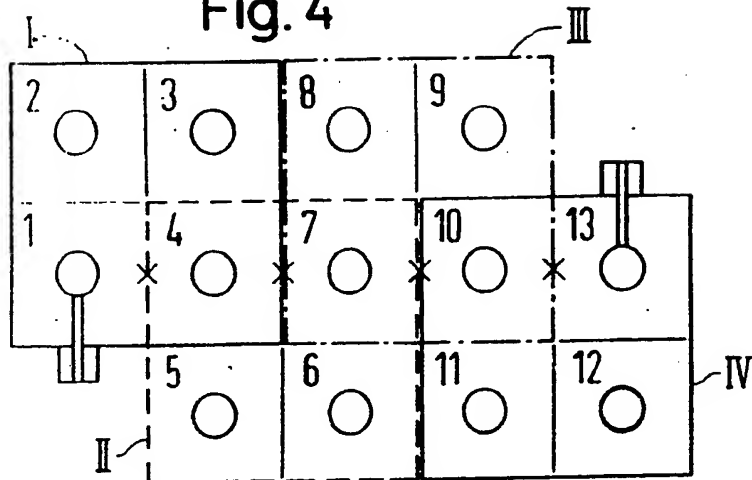


Fig. 5

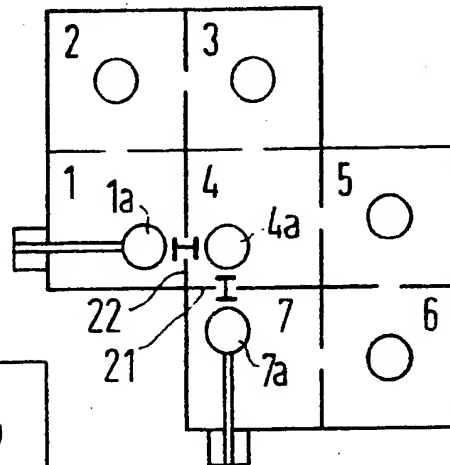


Fig. 6

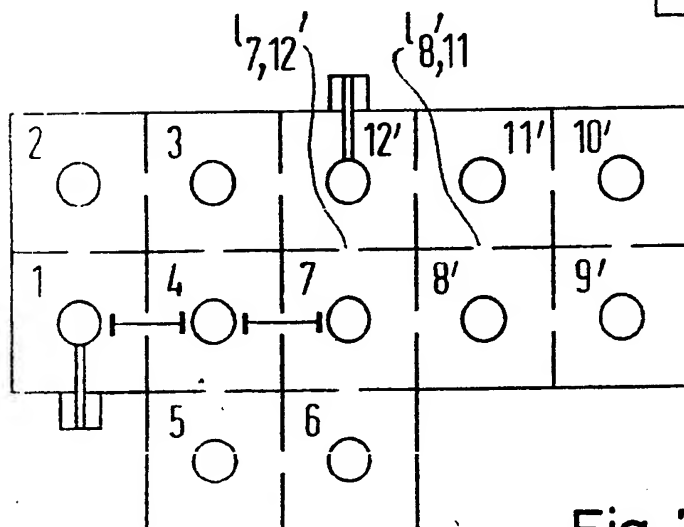


Fig. 7

